

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 15 NOV. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

DOCUMENT DE  
PRIORITÉ  
PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA RÈGLE  
17.1. a) OU b)

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr





## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

26bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54

Code de la propriété intellectuelle-livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: DATE DE DÉPÔT:	Jean LEHU BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS France
Vos références pour ce dossier: B 14458 GF DD 2618	

<b>1 NATURE DE LA DEMANDE</b>			
Demande de brevet			
<b>2 TITRE DE L'INVENTION</b>			
		ASSEMBLAGE D'UN COMPOSANT MONTE SUR UNE SURFACE DE REPORT	
<b>3 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE</b>		Pays ou organisation	Date N°
<b>4-1 DEMANDEUR</b>			
Nom Rue Code postal et ville Pays Nationalité Forme juridique		COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31-33, rue de la Fédération 75752 PARIS 15ème France France Etablissement Public de Caractère Scientifique, technique et Ind	
<b>5A MANDATAIRE</b>			
Nom Prénom Qualité Cabinet ou Société Rue Code postal et ville N° de téléphone N° de télécopie Courrier électronique		LEHU Jean Liste spéciale: 422-5 S/002, Pouvoir général: 7068 BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS 01 53 83 94 00 01 45 63 83 33 brevets.patents@brevalex.com	
<b>6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS</b>		Fichier électronique	Pages Détails
Texte du brevet		textebrevet.pdf	33 D 24, R 8, AB 1
Dessins		dessins.pdf	8 page 8, figures 25, Abrégé: page 2, Fig.2
Désignation d'inventeurs			
Pouvoir général			

<b>7 MODE DE PAIEMENT</b>				
Mode de paiement		Prélèvement du compte courant		
Numéro du compte client		024		
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>				
Etablissement immédiat				
<b>9 REDEVANCES JOINTES</b>				
	Devise	Taux	Quantité	Montant à payer
062 Dépôt	EURO	0.00	1.00	0.00
063 Rapport de recherche (R.R.)	EURO	320.00	1.00	320.00
068 Revendication à partir de la 11ème	EURO	15.00	21.00	315.00
Total à acquitter	EURO			635.00

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

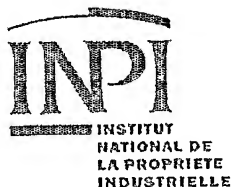
Signé par

Signataire: FR, Brevatome, J.Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

Fonction

Mandataire agréé (Mandataire 1)



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

### Réception électronique d'une soumission

Il est certifié par la présente qu'une demande de brevet (ou de certificat d'utilité) a été reçue par le biais du dépôt électronique sécurisé de l'INPI. Après réception, un numéro d'enregistrement et une date de réception ont été attribués automatiquement.

Demande de brevet : X

Demande de CU :

<b>DATE DE RECEPTION</b>	24 décembre 2003	
<b>TYPE DE DEPOT</b>	INPI (PARIS) - Dépôt électronique	Dépôt en ligne: X
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUE PAR L'INPI</b>	0351204	Dépôt sur support CD:
<b>Vos références pour ce dossier</b>	B 14458 GF DD 2618	

**DEMANDEUR**

Nom ou dénomination sociale	COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Nombre de demandeur(s)	1
Pays	FR

**TITRE DE L'INVENTION**

ASSEMBLAGE D'UN COMPOSANT MONTE SUR UNE SURFACE DE REPORT

**DOCUMENTS ENVOYES**

package-data.xml	Requetefr.PDF	application-body.xml
Design.PDF	ValidLog.PDF	fee-sheet.xml
FR-office-specific-info.xml	Comment.PDF	textebrevet.pdf
dessins.pdf	indication-bio-deposit.xml	request.xml

**EFFECTUE PAR**

Effectué par:	J.Lehu
Date et heure de réception électronique:	24 décembre 2003 14:44:25
Empreinte officielle du dépôt	5F:87:D5:80:55:4A:4F:67:90:1C:FC:F8:58:D6:1E:BA:61:B4:E7:09

/ INPI PARIS, Section Dépôt /

SIEGE SOCIAL  
INSTITUT 26 bis, rue de Saint Petersbourg  
NATIONAL DE 75300 PARIS cedex 09  
LA PROPRIETE Téléphone : 01 53 04 53 04  
INDUSTRIELLE Télécopie : 01 42 93 59 30

**ASSEMBLAGE D'UN COMPOSANT  
MONTE SUR UNE SURFACE DE REPORT**

**DESCRIPTION**

**5    DOMAINE TECHNIQUE ET ART ANTERIEUR**

La présente invention concerne le domaine des dispositifs microélectroniques et plus particulièrement optiques. Elle concerne notamment un composant, par exemple optique, à monter sur une surface de report. Elle concerne aussi un dispositif  
10    intégrant un tel composant, notamment un dispositif optique, un procédé d'assemblage d'un tel composant et le procédé de fabrication de ce composant.

La figure 1A illustre un exemple de  
15    dispositif d'optique intégré correspondant à la conception d'un banc optique, comprenant un émetteur 1 de rayonnement laser 6 dirigé sur un système 4 d'optique focale suivi d'un composant 10 de type « microlaser ». La source 1 est par exemple une diode  
20    émettrice laser (DEL) et le système focal 4, schématisé par une paire de lentilles 3 et 5, peut être constitué par un composant ou circuit intégré optique (en anglais « Integrated Optic Circuit » ou « Integrated Optic Component » , abrégé IOC).

25    Dans cet exemple particulier, la cellule résonnante 10 est un composant multi-couches, généralement parallélépipédique, constituée d'un corps 11 en matériau laser adjoint d'une couche 12 de matériau absorbant saturable.

30    Dans ce type de dispositif, comme on le comprend d'après la figure 1A, on cherche à

positionner, maintenir et aligner entre eux, les divers composants optiques. En particulier, la puce laser doit être montée sur une face perpendiculaire aux faces actives.

5                   La figure 1B expose un exemple de report de puce, selon l'état de la technique : une plateforme de support 20 comporte une surface plane 21 sur laquelle est positionnée une puce 10 parallélépipédique, constituant un composant optique tel que la cellule  
10                   résonnante laser de la figure 1A.

                  La puce 10 du composant optique est reportée en amenant une face latérale, perpendiculaire aux faces des miroirs d'extrémités 13 et 14, contre la surface 21 de la plateforme.

15                   Les autres composants optiques du dispositif 100, tels que la puce 1 de diode laser et l'éventuel composant d'optique intégré correspondant au système focal 4 peuvent alors être reportés de la même  
façon contre la surface 21 de la plateforme 20.

20                   Les divers composants 1, 4 et 10 du dispositif sont alors disposés en appui sur un même plan 21 et peuvent être déplacés sur ce plan afin d'être positionnés et alignés.

                  Les composants 1,4,10 sont ensuite fixés  
25                   sur la plateforme 20 par collage. On dépose donc une goutte de colle 19 sous chaque composant à fixer avant de le reporter sur son emplacement à la surface 21 de la plateforme 20.

                  Les inconvénients des techniques connues de  
30                   collage sont multiples :

- les colles utilisées actuellement peuvent endommager la structure externe du composant. Les polymères peuvent notamment dégazer et contaminer les surfaces externes de laser ou polluer les surfaces réfléchissantes des miroirs de la cavité laser, ce qui réduit ou annihile l'efficacité du laser 100.

- les colles présentent une faible conductivité thermique. Or, les composants optiques miniatures dégagent de la chaleur. En particulier, l'énergie de pompage des diodes lasers et l'énergie absorbée dans la « cavité » laser génèrent des pertes thermiques importantes qu'il faut évacuer pour éviter tout échauffement destructeur. Mais les colles thermoconductrices ont une conductivité thermique limitée de l'ordre de quelques Watts par mètre et par Kelvin (moins de 10 W/m.K).

Cette faiblesse empêche de monter des composants optiques à forte dissipation de puissance sur une plateforme, ce qui limite la puissance des composants assemblés par cette technique.

- la surépaisseur du joint de colle est difficile à contrôler, ce qui nuit à l'obtention d'un alignement optique correct. Cet inconvénient d'épaisseur incontrôlée du collage affecte particulièrement les dispositifs optiques pour lesquels l'alignement optique est critique tels que les lasers, les interfaces de fibres optiques avec des Guide d'Ondes, les réseaux, etc..

Autre problème, la technique de collage ne permet pas de maîtriser le positionnement et l'alignement du composant reporté. Ceci empêche toute



automatisation de la fabrication des dispositifs optiques intégrés.

Enfin, autre inconvénient, la fixation par collage est définitive et ne peut être remise en cause pour rectification, sans endommager le dispositif optique.

L'objet de l'invention est de réaliser un assemblage de composant, notamment optique, sur une surface de report permettant une fixation fiable et solide sans les inconvénients précités.

Un objectif particulier de l'invention est d'obtenir un système d'assemblage permettant de maîtriser la précision du positionnement et de l'alignement du composant, voire d'assembler automatiquement des composants sur leurs surfaces de report respectives.

Un autre objectif est de développer une technique permettant de réaliser un système d'assemblage à l'échelle du substrat de manière collective, lors de la fabrication groupée des composants.

#### **BREF EXPOSE DE L'INVENTION**

Ces objectifs sont atteints en prévoyant une fixation par soudure d'un composant, notamment de type optique, au lieu d'un assemblage par collage, et en déposant, à cette fin, une ou des plages métallisées sur une face du composant.

Une telle métallisation d'accrochage constitue une surface mouillante pour la soudure. Les surfaces mouillables sont avantageusement implantées à la périphérie du composant (bordures d'angles ou

d'arêtes de la face de report) et au creux de cavités aménagées à cet endroit.

L'invention concerne notamment un composant, par exemple optique, destiné à être monté sur une surface de report, dans lequel au moins une face du composant comporte au moins une plage métallisée d'accrochage permettant un assemblage par report du composant et soudure des plages métallisées d'accrochage sur la surface de report.

La disposition des plages métallisées sur le composant permet un montage sur une surface de report.

Un autre avantage de l'invention est de constituer un pont thermique : les alliages fusibles utilisés pour les soudures présentent en effet une conductivité thermique de l'ordre de 10 à 50 W/mK. Ceci permet une importante évacuation de chaleur, et en particulier un refroidissement efficace des composants, par exemple lasers, ce qui autorise finalement une augmentation de puissance importante de ces composants.

Enfin, de façon avantageuse, l'assemblage par alliage fusible permet d'obtenir un alignement automatique du composant sur des emplacements métallisés correspondant à la surface de la plateforme de report, l'auto-alignement étant effectif sur les trois axes.

La composant selon l'invention peut comporter une couche définissant un plan. Ce plan est par exemple sensiblement perpendiculaire à la surface de report.

Il peut comporter une couche active, par exemple celle ci-dessus définissant un plan, par exemple encore une couche optiquement active.

5 Selon l'invention, le composant peut donc être associé à une plateforme de support formant surface de report et comportant des plages métallisées d'accueil correspondant aux plages métallisées d'accrochage du composant.

10 Chaque plage métallisée d'accrochage peut être déposée au fond d'une encoche d'assemblage respective creusée en retrait dans la surface plane externe de la face de report, par exemple en bordure de la face de report du composant.

15 La face de report peut comporter au moins deux plages métallisées aménagées le long de deux bords opposés ou de bords d'arrête de ladite face, ou des plages métallisées aménagées, par exemple au nombre de quatre, aux angles de ladite face.

20 Un élément intercalaire peut en outre être disposé sur la face de report pour venir s'interposer entre le composant et une plateforme de report, par exemple avec une fonction de radiateur/refroidisseur ou avec une fonction de cale ou de butée de réglage de positionnement optique.

25 L'invention s'applique particulièrement aux composants comprenant plusieurs couches de milieux distincts, par exemple de milieux optiques, disposées perpendiculaires à la face de report. Elle s'applique plus spécifiquement aux composants de type microlaser.

30 Un procédé d'assemblage d'un composant selon l'invention avec une plateforme met en œuvre une

soudure avec apport de matière, par exemple un matériau fusible ou une brasure, entre chaque plage métallisée d'accrochage du composant et la surface de la plateforme.

5                    Par soudure des plages métallisées sur la surface de report, on entend aussi bien soudure de type homogène (avec ou sans apport de matière de type de celles des plages métallisées) que de type hétérogène (avec apport de matière de type matériau fusible).

10                  Un dépôt de métallisation peut aussi être réalisé à la surface de la plateforme.

                  Une telle solution de montage permet de disposer les composants à des endroits voulus sur une plateforme au gré du concepteur. Le nombre de  
15. composants reporté peut être aussi élevé que voulu, étant limité seulement par l'étendue de la plateforme choisie.

                  Une telle solution de montage facilite les opérations d'assemblage du composant, les plages  
20 métallisées étant accessibles aisément pour la soudure. Les opérations de soudure peuvent s'effectuer de manière automatisée avec des outils de soudure venant s'appuyer à la jonction des plages métallisées du  
composant et de la plateforme.

25                  Autre avantage, le mode d'assemblage de composants selon l'invention permet un auto-positionnement du composant sur les plages d'accueil de la plateforme et offre en outre, un auto-alignement passif du composant. Ceci est particulièrement  
30. avantageux dans le domaine optique pour un composant optique.

Alternativement ou cumulativement, l'utilisateur a la possibilité de procéder à un alignement actif du composant en agissant lors de la soudure pour ajuster l'alignement du composant selon un, deux ou trois degrés de liberté.

Si le composant comporte plusieurs plages d'accrochage sur la face de report, le parallélisme entre la puce et le substrat d'accueil peut être ajusté. La version avec 4 plages métallisées est la plus intéressante pour l'assemblage passif puisque l'auto-alignement est effectif sur les deux axes.

Une ou plusieurs encoches creusées en retrait par rapport à la surface de report du composant, sont préalablement réalisées sur une ou plusieurs faces du composant, un dépôt de métallisation au fond de chaque encoche formant des plages métallisées en retrait par rapport à la surface de report du composant.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de composants comportant des étapes consistant à :

- graver une série de fentes parallèles dans une plaquette de substrat, dans laquelle un ou des composants optiques ont été réalisés, les fentes étant creusées dans une portion de l'épaisseur du substrat, et,

- déposer une métallisation au creux des fentes préalablement gravées dans l'épaisseur de la plaquette.

La série de fentes parallèles comporte par exemple des fentes étendues longitudinalement afin de

tracer des tranchées ou sillons dans la surface de la plaquette, ou encore au moins deux bandes parallèles de courtes fentes transversales afin de creuser un réseau de cavités dans cette surface.

5                    La métallisation peut comprendre plusieurs opérations de dépôt de couches successives de métaux distincts, notamment trois opérations de dépôt successif de titane, de nickel et d'or pour obtenir une triple couche Au/Ni/Ti, et peut être obtenue par  
10                    pulvérisation cathodique ou par évaporation métallique.

                  Une étape complémentaire de la découpe par gravure des composants peut être effectuée par attaque chimique ou par découpe mécanique dirigée dans le prolongement de l'axe des fentes, avec un trait de  
15                    coupe plus étroit que l'épaisseur d'écartement desdites fentes.

#### EXPOSE SOMMAIRE DES FIGURES

                  D'autres avantages, caractéristiques et objectifs de l'invention apparaîtront à la lecture de  
20                    la description détaillée ci-après de modes de réalisation, donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, en regard des dessins annexés sur lesquels :

                  - les figures 1A et 1B représentent la  
25                    disposition et le montage des composants d'un dispositif optique sur une surface de report selon une technique connue ;

                  - les figures 2A et 2B représentent un premier mode de réalisation d'un composant optique

selon l'invention, et son assemblage sur une plateforme ;

- les figures 3A-3F représentent des métallisations sur les deux faces supérieure et inférieure d'un composant optique, en vue de dessous 3A/3D, en vue de côté 3B/3E et en vue de dessus 3C/3F, selon le premier mode de réalisation de l'invention ;

- les figures 4A-4D représentent un composant optique avec des métallisations uniquement sur la face inférieure, selon un second mode de réalisation de l'invention ;

- les figures 5A-5D représentent un composant optique avec une seule plage métallisée sur la face inférieure, selon un troisième mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 6 représente une vue en coupe d'un composant optique reporté et fixé sur une plateforme avec un élément intercalaire selon une alternative de l'invention ;

- la figure 7 représente les étapes 7A à 7F d'un procédé de fabrication d'un composant, selon l'invention.

#### EXPOSE DETAILLE DE MODES DE REALISATION DE L'INVENTION

Dans la description qui suit, on prendra à titre d'exemple le cas particulier d'un composant optique.

Le principe général de l'assemblage d'un composant optique, selon l'invention, apparaît sur les figures 2A et 2B qui illustrent le report du composant sur une plateforme de support.

La figure 2A montre un composant dont les deux faces E et F (antérieure et postérieure resp.) comportent des couches de miroirs.

Le composant optique 2 considéré ici est, par exemple, un composant multi-couches de cellule résonnante laser. Il peut s'agir d'un composant microlaser comportant une série de couches superposées, comme par exemple décrit dans le document EP-A-653 824.

Comme schématisé en figure 2A, une première couche 31 en matériau laser forme le milieu actif du composant 30, contre laquelle est accolée une deuxième couche 32, constituée de matériau absorbant saturable. Enfin, des couches réfléchissantes 33 et 34 formant miroirs sont appliquées en revêtement des faces antérieure F et postérieure E.

L'invention prévoit que une ou plusieurs plages métallisées sont aménagées sur le composant. Dans l'exemple illustré, les plages métallisées sont disposées le long des bords d'arêtes de la puce du composant optique.

Dans le mode de réalisation de la figure 2A, deux faces opposées A et C, disposées sensiblement perpendiculaires aux couches du composant, comportent chacune deux plages métallisées aménagées aux deux extrémités de leur surface, respectivement.

La face A comporte ainsi une première plage de métal 37 déposée sur une portion, dite aussi portion distale, adjacente à la face antérieure E (miroir d'entrée de la cellule laser) et une seconde plage de métal 38 déposée sur une portion distale opposée



adjacente à la face postérieure F (miroir de sortie laser).

Les plages métallisées sont formées ou déposées de préférence au creux de légères entailles en  
5 forme d'encoches 35,36,37,38 aménagées le long des bords d'arêtes du composant optique, ici en retrait le long des quatre bordures d'arêtes parallèles C/E, C/F, A/E, A/F. De façon avantageuse, les plages métallisées recouvrent exactement la surface en creux desdites  
10 entailles ou encoches.

Lors du report, la face A de la puce du composant optique 30 peut venir prendre appui contre la surface plane 21 d'une plateforme 20. La plateforme est réalisée en un substrat, par exemple du silicium, de  
15 l'alumine etc..

Des plages métallisées 25,26 sont déposées sur la face supérieure 21 de la plateforme 20, à l'emplacement projeté de report des plages métallisées 37, 38 du composant 30.

20 Selon une forme de réalisation, les plages d'accueil métallisées 25, 26 de la plateforme 20 occupent une surface sensiblement supérieure à la surface projetée correspondant à l'emplacement des plages métallisées 37,38 d'accrochage du composant 30.  
25 Ainsi, lors du report, la surface étendue des plages d'accueil 25,26, confère une certaine latitude pour déplacer le composant et régler son positionnement et son alignement sur plusieurs axes.

Cette forme de réalisation offre donc une  
30 latitude d'alignement actif du composant (alignement par actionnement manuel ou mécanisé).

Lorsque le matériau fusible 27 (resp. 28) est chauffé au moins à sa température de fusion, le matériau passe en phase liquide. Ensuite, on aligne et on positionne le composant 30. Lors du refroidissement de l'ensemble (20, 30...), le matériau fusible repasse en phase solide, permettant la fixation du composant 30.

Une seule plage métallisée d'accueil peut couvrir et englober toute la surface joignant les emplacements de toutes les plages métallisées d'accrochages 37,38 de la face A de report d'un composant, c'est-à-dire une surface connexe sensiblement égale ou supérieure à la section hors tout du composant 30, ou à l'aire totale de la face de report A avec ses encoches 37,38 incluses.

Alternativement, une unique plage métallisée d'accueil peut aussi couvrir une surface connexe englobant les emplacements de plusieurs composants à reporter.

Dans une forme de réalisation simple, une majeure partie ou toute la surface 21 de la plateforme 20 est métallisée, formant une unique plage d'accueil métallisée permettant de disposer librement une série de composants optiques sur la plateforme.

Selon un mode de réalisation, les plages métallisées d'accueil 25,26 peuvent occuper une surface sensiblement égale à la surface de projection des plages métallisées d'accrochage 37,38 du composant 20.

De façon avantageuse, cette correspondance de surface entre les plages métallisée d'accrochage 37, 38 du composant 30 et les plages 25,26 de la plateforme permet un positionnement naturel automatique du

composant 30 à son emplacement exact prévu sur la  
plateforme 20. Un tel auto-positionnement est  
particulièrement avantageux en optique. L'effet d'auto-  
positionnement est lié aux forces de mouillabilité de  
5 la brasure en phase liquide (capillarité de la goutte  
de brasure et flottement du composant sur la goutte, en  
l'absence de cale de positionnement). L'auto-  
positionnement s'effectue d'une part selon les  
directions axiales X et Y, c'est-à-dire que le  
10 composant se positionne dans un plan parallèle à la  
surface de report, par effet de mouillabilité sur les  
plots métalliques 25 et 26. D'autre part l'auto-  
positionnement dans la direction axiale Z  
(perpendiculaire à la surface de report) s'effectue par  
15 le contrôle du volume de brasure.

En outre, comme le suggère la figure 2B,  
lorsque la quantité d'alliage fusible 27,28 est  
réduite, la surface plane saillante 39 de la face  
inférieure A du composant 30 vient s'appuyer contre la  
20 surface plane 21 de la plateforme, ce qui entraîne un  
alignement automatique de l'axe optique 0-0 du  
composant sur l'axe optique de l'ensemble du dispositif  
optique.

De façon alternative, il est possible de  
25 contrôler et de moduler la quantité de matière fusible  
27,28 disposée dans chaque intervalle 25-37 et 26-38  
séparant les plages métallisées correspondantes. Ceci  
modifie légèrement l'épaisseur de soudure, donc les  
hauteurs d'écartements des bords du composant, ce qui  
30 permet de rectifier l'alignement de l'axe 0-0 du

composant 30 sur l'axe optique de l'ensemble du dispositif final.

Dans le premier mode de réalisation du composant illustré sur les figures 2 et 3, la face inférieure A d'appui du composant 30 comporte deux plages métallisées d'accrochage 37,38 s'étendant sur les deux portions, dites portions distales, de surface correspondant respectivement au bord d'extrémité antérieure E/A et au bord d'extrémité postérieure A/F. Ces deux bandes métallisées 37 et 38 adjacentes aux bordures opposées de la puce 30 sont séparées par une bande médiane 39 faisant légèrement saillie du composant.

L'ajustement de la quantité de matière fusible 27/28 permet de faire basculer légèrement le composant 30 d'avant en arrière. Ceci permet d'ajuster l'alignement de l'axe optique 0-0 du composant 30 selon un degré de liberté.

Dans une variante de réalisation illustrée sur les figures 3D à 3F, la face inférieure 39' d'appui du composant 30 comporte quatre plages métallisées 37',37'',38',38'' aménagées aux quatre coins de ladite face 39' du composant. Les quatre plages métallisées d'accrochage 37',37'',38',38'' sont de préférence disposées au creux de quatre cavités aménagées aux quatre parties d'angle de la face de report du composant 30'. Les quatre plages métallisées en retrait sont alors séparées par une surface saillante 39' en forme de croix.

Une telle disposition permet, en modulant l'épaisseur d'alliage fusible entre chaque plage

d'accrochage 37', 37'', 38' ou 38'' et la plage d'accueil correspondante (non illustrée), d'ajuster l'inclinaison du composant selon deux axes de basculement correspondant aux axes de la croix.

5 L'avantage d'une telle configuration à quatre plages d'accrochage aux quatre coins de la face du composant est de permettre d'ajuster l'alignement de l'axe optique 0-0 du composant avec deux degrés de liberté.

10 Sur les réalisations des figures 2A - 3F, il apparaît que des plages métallisées d'accrochage 37, 38 et 35, 36 sont implantées sur deux faces opposées A et C du composant 30/30'. Une telle disposition correspond à la découpe des composants optiques à  
15 l'issue du procédé de fabrication collective dans une plaquette de substrat illustré figure 7. L'implantation des plages d'accrochage sur les faces opposées A et C du composant 30/30' permet éventuellement de reporter  
un autre élément contre la face supérieure C.

20 Les figures 4A - 4D illustrent un second mode de réalisation dans lequel une seule face du composant 40, la face inférieure A (face de report), comporte des plages métallisées d'accrochage 47 et 48.

Comme décrit précédemment, le dépôt de  
25 métallisation sur la face inférieure A peut former deux bandes métallisées 47 et 48 s'étendant le long de deux bords d'extrémités opposées de ladite face A selon la vue 4A. Alternativement, la vue 4A' montre que quatre  
30 plages métallisées peuvent être aménagées sur ladite face de report dans le cadre de ce second mode de réalisation.

D'après un troisième mode de réalisation, illustré figure 5A et 5B, la face inférieure A de report du composant 50 comporte une unique plage métallisée d'accrochage 57 déposée sur une portion de l'aire de la face A, en retrait de la surface saillante A du composant 50.

La vue 5C montre encore que de façon alternative, la face inférieure A du composant optique 50 peut comporter deux plages métalliques d'accrochage 57' et 58' déposées aux creux de deux cavités aménagées à l'intérieur de deux angles voisins de la face 59' du composant optique 50'.

Il apparaît clairement dans la description des modes de réalisation qui précède, que le nombre, la disposition et la configuration géométrique des plages de métallisation sur la ou les faces du composant peut connaître de multiples adaptations, combinaisons et variantes, sans sortir du cadre de l'invention.

Il est à noter, comme illustré figure 5A, 5B, que la métallisation d'accrochage 57 occupe, de préférence, une grande partie de la face de report, ou plus précisément une majeure partie de l'aire de section de la puce 50. Cette disposition s'applique à tous les modes de réalisation illustrés figures 2 à 6.

La largeur d'une plage d'accueil est typiquement de l'ordre de  $50\mu\text{m}$  à  $450\mu\text{m}$ , par exemple pour une puce de 1 mm de large.

L'avantage de métalliser une grande partie de la surface de report est d'augmenter la capacité de transfert thermique entre le composant optique et la plateforme de support. Une telle section de pont

thermique permet d'améliorer le refroidissement des composants, notamment des lasers.

La figure 6 montre une autre disposition pour améliorer l'évacuation de chaleur, selon laquelle  
5 un élément intermédiaire 60 est monté entre la surface saillante 49 de la face A de report du composant 40 et la surface 21 de la plateforme 20 de report. L'élément intermédiaire 60 a une fonction de radiateur ou de système de refroidissement, ce qui améliore encore  
10 l'évacuation d'énergie calorique du dispositif.

Une autre fonction d'un tel élément intercalaire 60 est de servir de cale de positionnement réglable ou de butée mécanique pour ajuster le positionnement et l'alignement du composant optique 40.

15 L'invention prévoit que les composants sont obtenus grâce à un procédé de fabrication collectif, simple et avantageux.

La difficulté technique est de réaliser la métallisation à l'échelle du substrat d'une manière collective. En appliquant un procédé spécifique, on  
20 obtient une puce de composant optique avec une géométrie particulière.

Les figures 7A-7F illustrent des étapes d'un procédé de fabrication de composants optiques  
25 selon l'invention. On dispose d'abord d'une plaquette 70 de substrat (en anglais « wafer ») dans lequel la structure des composants optiques est implantée (figure 7A). Suivant le cadre de l'exemple d'application donné précédemment, le substrat contient deux couches 71, 72  
30 superposées, constituées de matériau laser 71 et de matériau absorbant saturable 72.

Les surfaces inférieures et supérieures de substrat 70 sont par suite revêtues de couches réfléchissantes formant les miroirs 73 et 73'.

5 L'étape suivante (figure 7B) consiste à déposer une résine 74 photosensible sur la ou les deux surfaces de la plaquette de substrat.

Les couches de résine photosensible (positive ou négative) sont insolées à travers un masque de gravure pour réaliser les motifs souhaités.  
10 La résine est ensuite développée.

On peut aussi réaliser une prédécoupe du substrat.

Le masque de gravure (non illustré) présente une série de fentes d'ouvertures parallèles.  
15 La longueur et la disposition des fentes varient selon le mode de réalisation souhaité. Pour obtenir des bandes métallisées en creux s'étendant tout au long des arêtes opposées des composants comme dans le mode de réalisation des figures 2,3,4A et 5A, il suffit d'une  
20 série de fentes parallèles étendues longitudinalement sur toute l'étendue de la plaquette.

Une étape de gravure par attaque chimique, permet de former une série de tranchées ou de sillons 75,75',75'',75''',76 etc., creusés dans l'épaisseur de  
25 la plaquette 70 (figure 7C).

Alternativement, pour obtenir des plages métallisées en creux disposées seulement aux angles des composants comme dans certaines réalisations évoquées ci-dessus, le motif du masque de gravure comporte un  
30 réseau de courtes fentes parallèles 75,75',...,76''' qui se succèdent transversalement et longitudinalement. De



telles fentes peu étendues en longueur, permettent de creuser, par attaque chimique, un réseau de cavités 75, 75', ..., 76''' séparées les unes des autres.

5 L'attaque chimique est dirigée perpendiculairement à la surface vers le cœur du substrat 70, et l'attaque est interrompue après avoir traversé et creusé une portion suffisante d'épaisseur du substrat tout en conservant une portion 79 restante intacte de substrat.

10 Si la profondeur totale de creusement des tranchées ou cavités 75, ..., 76''' est supérieure à l'épaisseur 79, 79', 79'', 79''' restante intacte de substrat, les plages d'accrochage occupent la majeure partie de la surface finale des composants.

15 Le creusement des tranchées ou cavités 75-76''' permet avantageusement de pré découper la plaquette pour former les puces des composants futurs. De façon avantageuse, les portions 79 restantes d'épaisseur de la plaquette forment des ponts de  
20 substrat qui maintiennent les futurs composants solidarisés entre eux pendant la fabrication.

L'étape suivante (figure 7D) consiste à déposer une métallisation d'accrochage sur une face ou sur les deux faces de la plaquette 70, par exemple par  
25 pulvérisation cathodique ou par évaporation.

Plusieurs opérations successives de métallisation peuvent être prévues pour former un complexe de plusieurs couches métallisées superposées, par exemple, trois opérations de dépôts successifs de  
30 titane, de nickel et d'or pour obtenir une structure à triples couches Ti/Ni/Au.

Comme le montre la figure 7D, grâce au procédé de l'invention, la métallisation 77,78 se dépose aux creux des tranchées ou cavités 75-76''' creusées à travers l'épaisseur du substrat. De façon  
5 avantageuse, les couches métallisées recouvrent à la fois le fond 77 ''',78''' et les flancs 77',77'', 78',78'' des tranchées ou cavités 75,76.

On obtient ainsi des plages métallisées déposées en retrait dans des encoches ou cavités  
10 aménagées à l'emplacement des arêtes ou des angles des composants à venir.

La métallisation est suivie par une étape de suppression de la résine 74 et du métal M en excès déposé sur la résine (figure 7E), par exemple par un  
15 procédé dit de « lift-off » qui consiste à dissoudre dans un solvant les couches de résine recouvrant la plaquette. Comme les bords d'attaque des couches de résine 74 et 74' forment des surplombs entre la surface de la résine 74 et le creux des cavités 75-76, il  
20 existe une discontinuité entre la métallisation à la surface de la résine et la métallisation au creux des tranches ou cavités. Par conséquent, la suppression de la couche de résine détache la couche de métal M en excès.

25 Pour achever le processus de fabrication, on prolonge les préliminaires de découpage résultant du creusement des tranchées 75,75',...76''' par une opération de découpage complémentaire dans l'axe desdites tranchées. Cette étape de découpage final  
30 (figure 7F) est de préférence effectuée avec un outillage fin, permettant de tracer un étroit

trait de coupe 80 suivant l'axe des tranchées 75-76, 75'-76', 75''-76'' et 75'''-76'''.

On obtient ainsi des puces de composants optiques découpées et prêtes à être assemblées.

5 Si le trait de coupe 80 est plus étroit que la largeur des tranchées ou cavités 77, 78, on obtient une surface de découpe comportant une surface saillante 39 ou 49 correspondant à la surface d'appui 39, 39', 49 du composant 30 ou 40 illustré sur les figures 2A - 3F,  
10 , 4A - 4C, 5A, 5B.

Les plages métallisées d'accrochage 35, 36, 37, 38 ou 47/48 apparaissent alors en retrait au creux des encoches restant creusées par rapport à la surface saillante 39 ou 49 des composants.

15 Comme le suggère la figure 7F, un tel procédé permet d'obtenir au choix des composants 30 comportant des plages métallisées 35, 36, 37, 38 sur les deux faces opposées A et C (correspondant aux modes de réalisation des figure 2, 3 et 3') ou des composants 40  
20 comportant une ou des plages métallisées 47, 48 sur une seule face A (modes de réalisation des figures 4 à 6). Pour obtenir des composants 40 avec une métallisation sur une seule face, il convient de prévoir une opération de découpe médiane supplémentaire (non  
25 illustrée).

Le procédé de fabrication selon l'invention offre l'avantage d'être particulièrement simple et de comporter un nombre d'étapes réduit. Le procédé offre en particulier l'avantage de combiner le creusement des  
30 cavités et du dépôt de métallisation en utilisant un seul masque de gravure, ce qui permet de faire

correspondre exactement les plages de métallisation avec les zones d'encoches creusées en retrait.

#### EXEMPLES D'APPLICATIONS DE L'INVENTION

5 Dans la description qui précède, la mise en œuvre de l'invention a été appliquée - à titre exemplatif uniquement - à la réalisation de composants optiques ayant une fonction de cavités lasers encore appelés « microlasers ».

10 Les applications de la technologie des microlasers s'étendent à des domaines très variés tels que le biomédical, l'industrie des semi-conducteurs, l'environnement, l'instrumentation, la métrologie et la télémétrie. Les composants microlasers peuvent être intégrés dans des systèmes beaucoup plus complexes.

15 Plus généralement, l'invention s'applique avantageusement à la réalisation de composants optiques multicouches, les plages métallisées étant alors déposées sur une ou des faces latérales perpendiculaires au plan des couches, c'est-à-dire au  
20 plan d'interface (dioptre) séparant les milieux optiques.

De façon avantageuse, cette disposition de l'invention permet de déposer les plages métallisées d'accrochage de soudure sur des faces latérales A,B,C  
25 ou D perpendiculaires aux faces antérieure et postérieure E et F qui constituent généralement les faces actives d'entrée et de sortie des faisceaux optiques.

L'invention peut s'étendre à toutes les  
30 applications qui nécessitent un montage sur une face

perpendiculaire à la face active : réseaux de composants optiques, réseaux de détecteurs, réseaux de capteurs etc..

5 De façon générale, l'invention peut être mise en œuvre pour la réalisation et l'assemblage de tout type de composant optique.

10 Le vocable « composant optique » utilisé dans la présente désigne et englobe à la fois les composants du domaine optique pur, les composants optoélectronique et les composants d'optronique et de façon générale les composants qui ne font pas partie de l'optique au sens strict mais qui interagissent avec la lumière, tels que les émetteurs, capteurs, détecteurs, systèmes fluidiques etc.

15

## REVENDICATIONS

1. Composant (30/40/50) destiné à être monté sur une surface (20,21) de report, et comportant  
5 au moins une couche définissant un plan caractérisé en ce que au moins une face de report (A,C) du composant, non parallèle audit plan, comporte au moins une plage (37,38,35,36/47,48/57) métallisée d'accrochage permettant un assemblage par report du composant et  
10 soudure (27,28) des plages métallisées d'accrochage sur la surface de report.

2. Composant selon la revendication 1, comportant au moins une couche active.

15

3. Composant selon la revendication 2, la couche active étant une couche optiquement active.

4. Composant selon l'une des  
20 revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est associé d'autre part à une plateforme (20) de support formant surface (21) de report et comportant des plages (25,26) métallisées d'accueil correspondant aux plages (37,38) métallisées d'accrochage du composant.

25

5. Composant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque plage métallisée d'accrochage dudit composant est disposée dans une encoche (37,38/47,48/57) creusée  
30 en retrait par rapport à la surface (39/49/59) de la face (A) de report.

6. Composant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la ou lesdites plages métallisées d'accrochage sont aménagées en bordure de la face (A) de report du composant.

5

7. Composant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la face (39/49) de report comporte au moins deux plages (37,38/47,48) métallisées aménagées le long de deux bords opposés de ladite face.

10

8. Composant selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la face (39'/49') de report comporte quatre plages (37',37'',38',38''/ 47',47'',48',48'') métallisées aménagées aux angles de ladite face (A).

15

9. Composant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que plusieurs faces (A,C) du composant formant faces de report comportent des plages métallisées d'accrochage.

20

10. Composant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la ou les plages (37,38,35,36/47,48/57) métallisées d'accrochage aménagées sur chaque face (A,C) de report représentent une majeure partie de l'aire de ladite face (A).

25

11. Composant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un

30

élément (60) intermédiaire est disposé entre la face (49,A) de report du composant (40) et la surface (21,20) de report.

5                   12. Composant selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'élément (60) intermédiaire est disposé entre le composant (40) et la surface (21) de report avec une fonction de cale ou de butée de réglage de positionnement.

10

                  13. Composant selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'élément (60) intermédiaire étant un radiateur ou un refroidisseur.

15                   14. Composant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs couches (31,32) de milieux distincts, lesquelles couches sont disposées parallèlement audit plan.

20

                  15. Composant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il forme une cellule (30) optique résonante pour une lumière cohérente, deux faces (E,F) latérales opposées  
25 parallèles audit plan comportant des couches (33,34) réfléchissantes.

                  16. Plateforme (20) de dispositif destinée à être assemblée avec au moins un composant (30) selon  
30 l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'elle comporte une ou plusieurs plages (25,26)



d'accueil métallisées correspondant aux emplacements des plages (37,38) métallisés d'accrochage aménagées à la surface de chaque composant à reporter.

5                    17. Procédé d'assemblage d'un dispositif dans lequel au moins un composant (30/40/50) comportant au moins une couche définissant un plan est reporté sur une surface (21) de report, caractérisé en ce qu'il comporte des opérations consistant à :

10                    - déposer une métallisation (77,78) sur au moins une face (A,C) du composant, non parallèle audit plan, dite face de report, pour former une ou des plages (35,36,37,38/47,48/57) métallisées d'accrochage, puis,

15                    - reporter le composant sur la surface de report et,

                     - effectuer une soudure (27,28), entre chaque plage (37,38) métallisée d'accrochage du composant reporté et la surface (21) de report.

20

                     18. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, comportant des opérations complémentaires consistant à :

25                    - disposer d'une plateforme (20) support comprenant ladite surface de report pour le composant, et,

                     - effectuer un dépôt de métallisation (25,26) à la surface (21) de la plateforme.

30                    19. Procédé d'assemblage selon la revendication précédente, dans lequel l'opération de

métallisation consiste à métalliser une ou des plages (25,26) d'accueil réparties à la surface (21) de la plateforme, l'emplacement de la ou des plages (25,26) métallisées d'accueils correspondant aux emplacements de report des plages (37,38) métallisées d'accrochage du ou des composants (30) à reporter.

20. Procédé d'assemblage selon la revendication 18, dans lequel l'opération de métallisation consiste à métalliser une seule ou plusieurs zones d'accueil à la surface de la plateforme, chaque zone métallisée d'accueil correspondant et englobant l'emplacement de report de plusieurs plages métallisées d'accrochage du ou des composants à reporter.

21. Procédé selon l'une des revendications 17 à 20, dans lequel il est prévu, avant de réaliser les plages métallisées,

- d'aménager dans la face (A) de report du composant (30/40/50) au moins une encoche (37,38/47,48/57) creusée en retrait par rapport à la surface (39/49/59) de report du composant, et

- d'effectuer le dépôt de métallisation dans chaque encoche pour former des plages métallisées en retrait par rapport à la surface de report du composant.

22. Procédé selon l'une des revendications 17 à 21, dans lequel il est prévu de :

- creuser au moins deux encoches (37,38/47,48) d'assemblage par face (A,C) latérale de composant (30/40) à reporter, et par suite de,

5 - former au moins deux plages (37,38/47,48) d'accueil métallisées par face latérale de composant à reporter, de façon à,

- ajuster activement l'alignement axial angulaire du composant (30) par rapport à un axe (O-O) selon 2 degrés de liberté.

10

23. Procédé selon l'une des revendications 17 à 22, dans lequel il est prévu de :

15 - creuser quatre encoches (37',37'',38',38'') d'assemblage par face (A,C) de composant (30') à reporter, et par suite de,

- former quatre plages (37',37'',38',38'') d'accueil métallisées aux creux des quatre encoches de chaque face de composant à reporter, de façon à,

20 - ajuster activement l'alignement axial angulaire du composant reporté par rapport à un axe (O-O) selon trois degrés de liberté.

24. Procédé de fabrication de composants selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en  
25 ce qu'il comporte des étapes consistant à :

- disposer d'une plaquette (70) de substrat comprenant l'ébauche du ou des composants (30,40),

30 - graver ou découper une série de fentes (75,76) parallèles dans la plaquette, les fentes étant creusées dans une portion de l'épaisseur du substrat, et,

- déposer une métallisation (77,78) au creux des fentes préalablement gravées dans l'épaisseur de la plaquette.

5                    25. Procédé de fabrication selon la revendication précédente, dans lequel l'étape de gravure comporte des opérations consistant à :

10                    - déposer au moins une couche (74,74') de résine photosensible couvrant au moins une face de la plaquette (70) de substrat,

- insoler la ou lesdites couches de résine à travers un masque de gravure présentant une série de fentes d'ouvertures parallèles, et,

15                    - effectuer une attaque (75,76) chimique à travers la résine insolée, l'attaque se prolongeant vers le cœur du substrat (79) et s'arrêtant sur une portion de l'épaisseur (79) de la plaquette, pour éviter de disjoindre la plaquette (70).

20                    26. Procédé de fabrication selon la revendication 24 ou 25, dans lequel la série de fentes parallèles comporte des fentes (75,76) étendues longitudinalement afin de tracer des tranchées ou sillons dans la surface de la plaquette.

25                    27. Procédé de fabrication selon la revendication 24 ou 25, dans lequel la série de fentes parallèles comporte au moins deux bandes parallèles de courtes fentes transversales afin de creuser un réseau  
30 de cavités (36',36'',38',38''/48',48''/57',58') dans la surface de la plaquette.

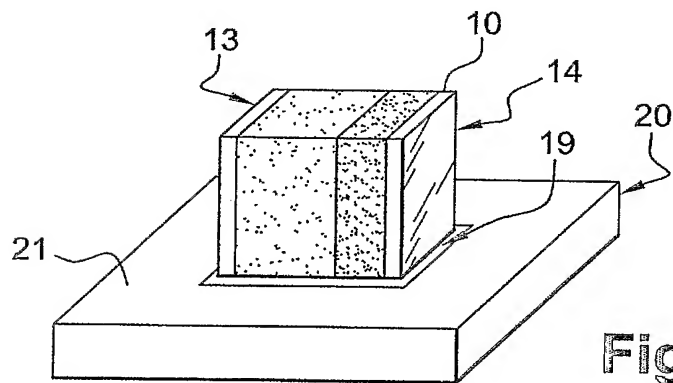
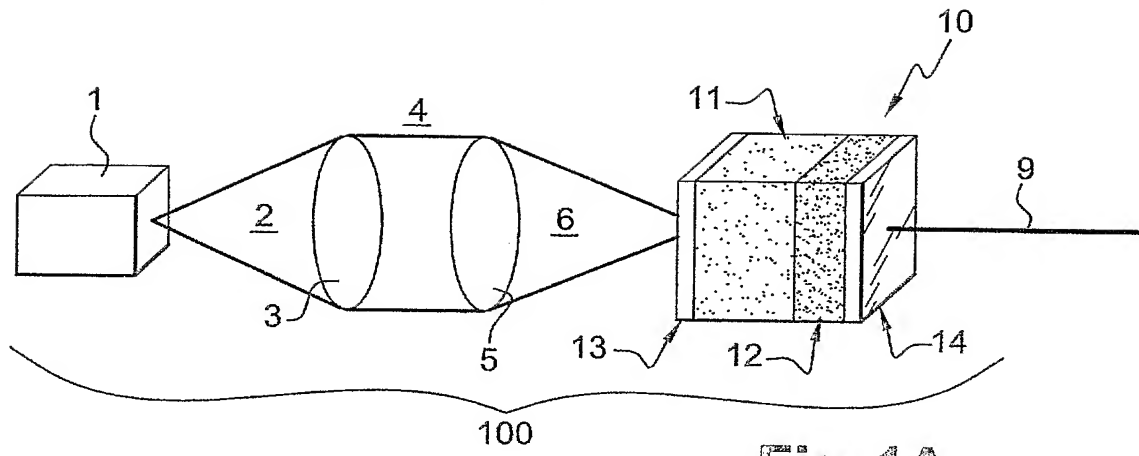
28. Procédé selon l'une des revendications  
24 à 27, dans lequel l'étape de métallisation comprend  
plusieurs opérations de dépôt de couches successives de  
5 métaux distincts.

29. Procédé selon la revendication  
précédente, dans lequel la métallisation comporte trois  
opérations de dépôt successif de titane, de nickel et  
10 d'or pour obtenir une triple couche Ti/Ni/Au.

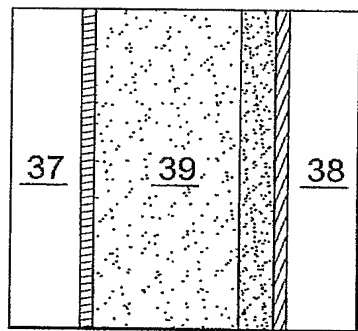
30. Procédé selon l'une des revendications  
24 à 29, dans lequel la métallisation est obtenue par  
pulvérisation cathodique par évaporation ou par dépôt  
15 chimique en phase vapeur.

31. Procédé selon l'une des revendications  
24 à 30, comprenant une étape complémentaire consistant  
à :

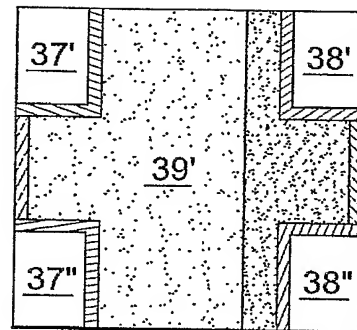
20 - achever la découpe par gravure des  
composants en effectuant une autre attaque chimique ou  
une découpe mécanique dirigée dans le prolongement de  
l'axe des fentes, avec un trait de coupe (80) plus  
étroit que l'épaisseur d'écartement desdites fentes  
25 (75,76).



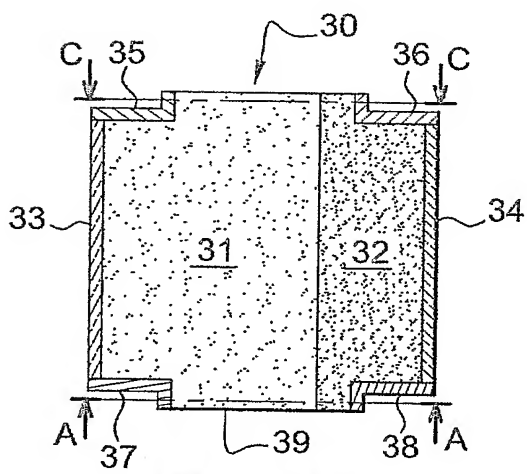




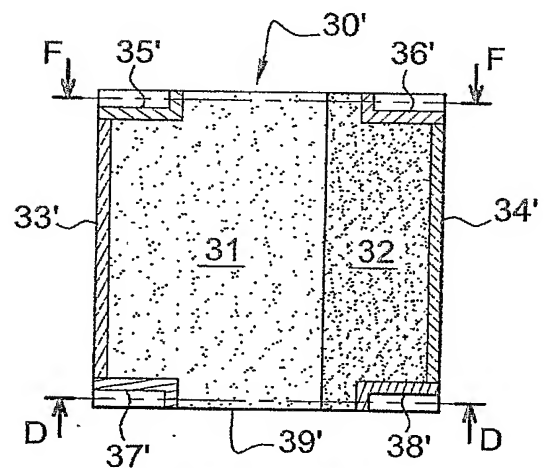
**Fig. 3A**



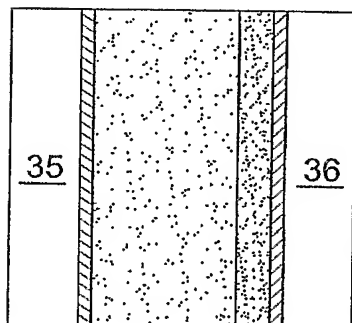
**Fig. 3D**



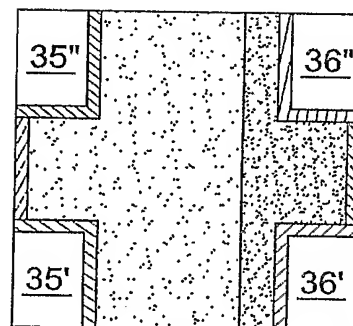
**Fig. 3B**



**Fig. 3E**



**Fig. 3C**



**Fig. 3F**



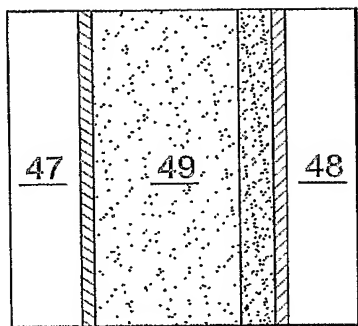


Fig. 4A

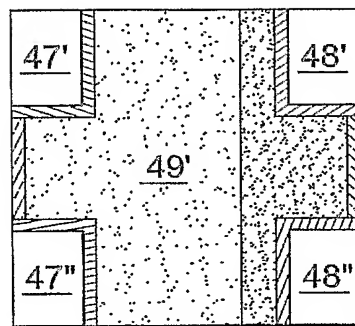


Fig. 4C

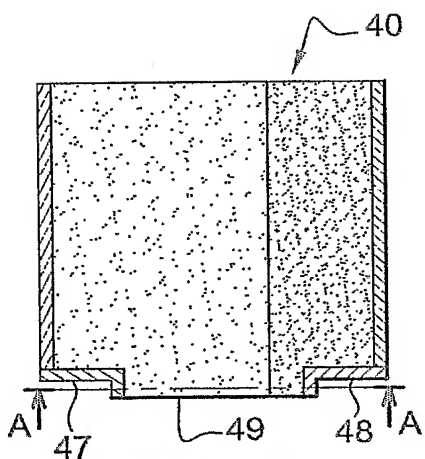


Fig. 4B

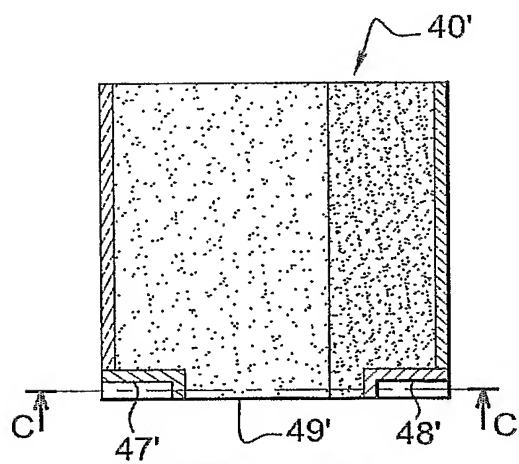


Fig. 4D

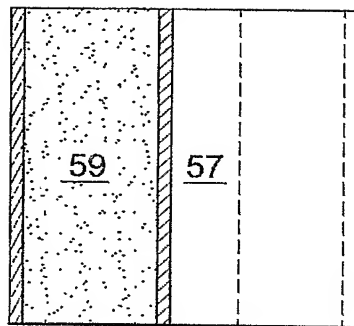


Fig. 5A ↗ 50

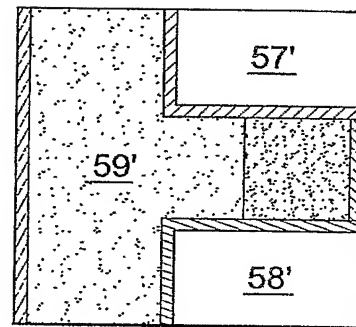


Fig. 5C ↗ 50'

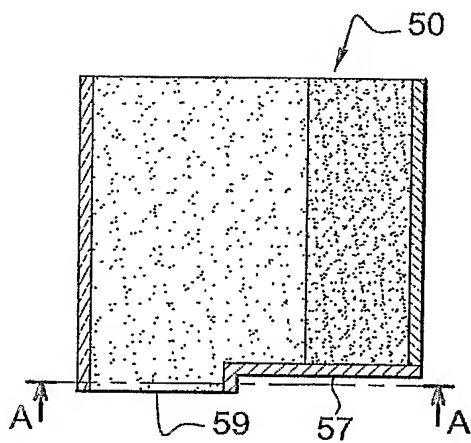


Fig. 5B

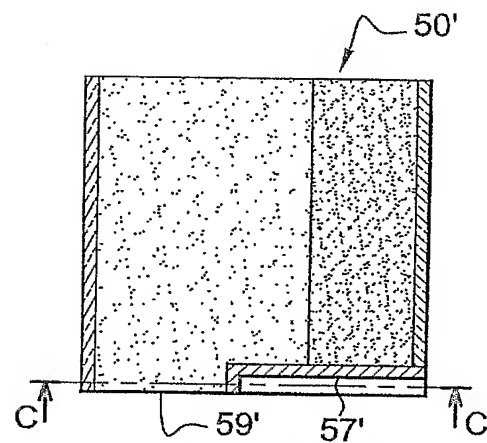


Fig. 5D

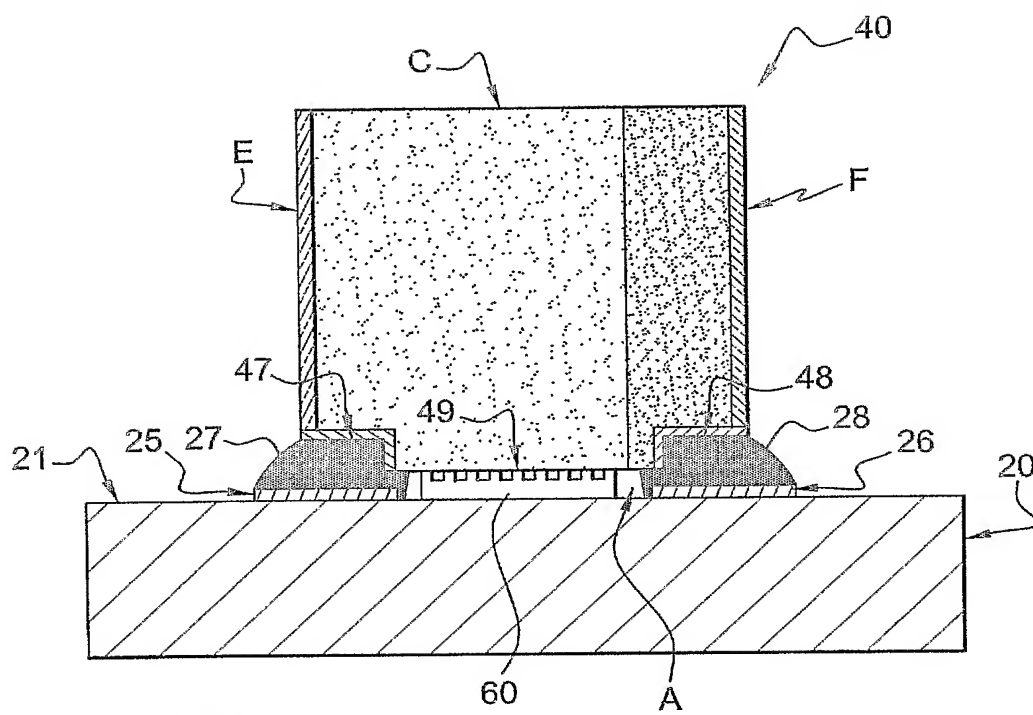


Fig. 6

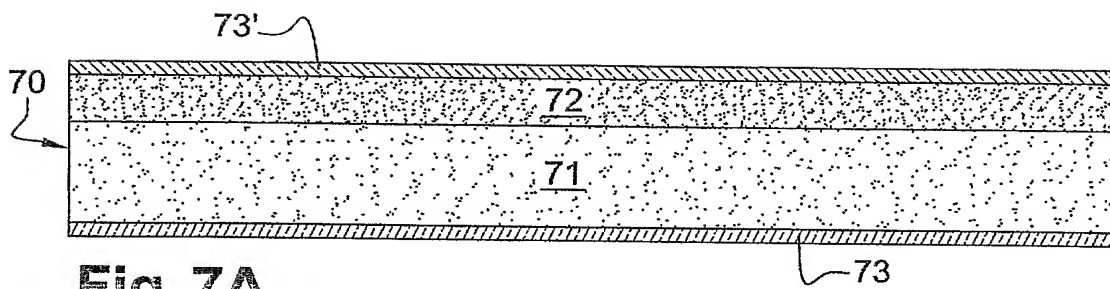


Fig. 7A

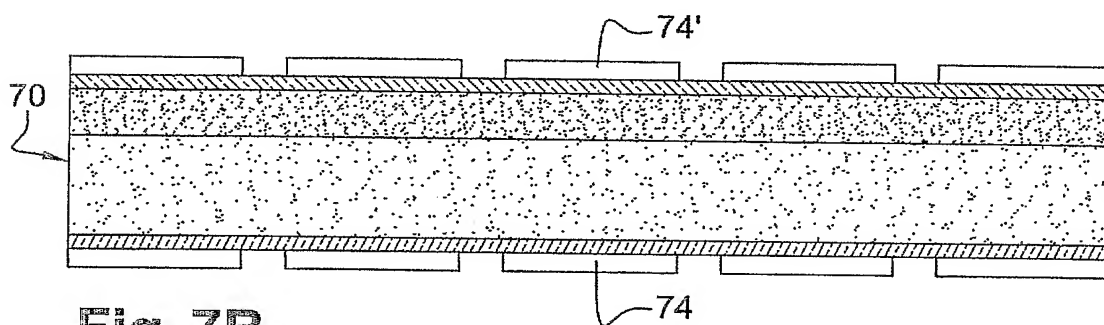


Fig. 7B

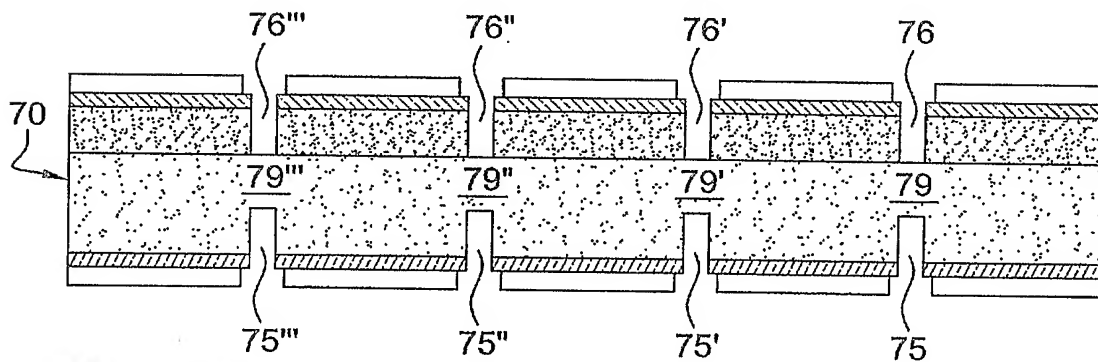
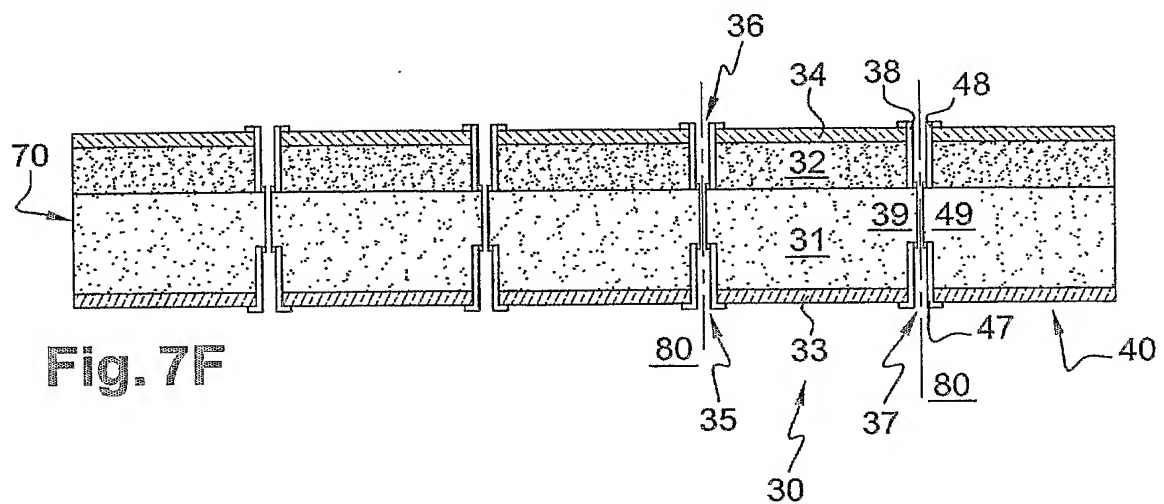
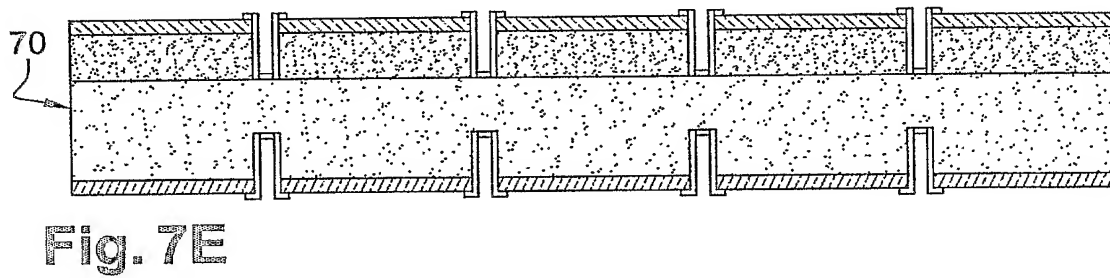
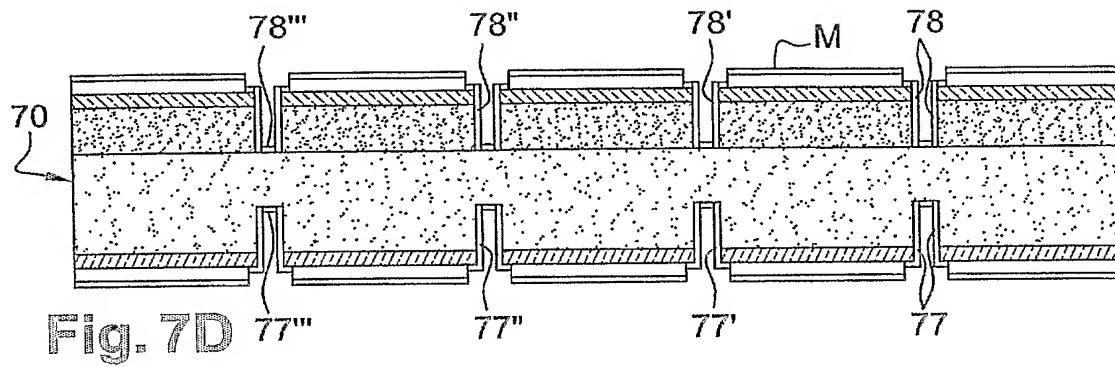


Fig. 7C





## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

### Désignation de l'inventeur

<b>Vos références pour ce dossier</b>	B 14458 GF DD 2618
<b>N°D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b>	
	ASSEMBLAGE D'UN COMPOSANT MONTE SUR UNE SURFACE DE REPORT
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):</b>	
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):</b>	
<b>Inventeur 1</b>	
Nom	BALERAS
Prénoms	François
Rue	20, avenue de la République
Code postal et ville	38170 SEYSSINET - FRANCE
Société d'appartenance	
<b>Inventeur 2</b>	
Nom	KOPP
Prénoms	Christophe
Rue	51A, rue des Aiguinards
Code postal et ville	38240 MEYLAN - FRANCE
Société d'appartenance	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

**Signé par**

Signataire: FR, Brevatome, J.Lehu

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

**Fonction**

Mandataire agréé (Mandataire 1)



PCT/FR2004/050747

